



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 64 376 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 21 D 41/00**

②① Aktenzeichen: 100 64 376.0  
②② Anmeldetag: 21. 12. 2000  
④③ Offenlegungstag: 27. 6. 2002

**DE 100 64 376 A 1**

⑦① Anmelder:  
SchmitterSysco GmbH, 48317 Drensteinfurt, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Götz & Küchler, 90402 Nürnberg

⑦② Erfinder:  
Günther, Friedhelm, 44359 Dortmund, DE  
  
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 44 37 395 A1  
US 53 79 625 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Rohr-Umformverfahren und -Umformvorrichtung zum Wandaufdicken

⑤⑦ Umformverfahren für Rohre, insbesondere Abgasrohre, zur abschnittsweisen Erhöhung der Rohrwanddicke, wobei innerhalb einer Formmatrize ein Ausgangsrohrstück über seine Enden mittels Axialdruckmittel axial oder achsparallel gestaucht wird, und innerhalb der Formmatrize das Ausgangsrohrstück an seiner Innenwandung mit einem oder mehreren Innendruckmitteln nach außen gedrückt und radial aufgeweitet wird, wobei die Verwendung dieser Verfahrensschritte zur Erzeugung einer erweiterten und/oder verdickten Rohrwandung direkt an einem Endabschnitt des Ausgangsrohrstücks, indem die Formmatrize und das oder die Innendruckmittel in dem Endabschnitt des Ausgangsrohrstücks angesetzt oder in Wirkung gebracht werden.

*Erfindung*

*kein Punkt, da  
nicht eingehend  
wird!*

**DE 100 64 376 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Umformverfahren für Rohre, insbesondere Abgasrohre in Automobilabgasanlagen. Es dient zur abschnittsweisen Erhöhung der Rohrwanddicke, wobei innerhalb einer Formmatrize ein Ausgangsrohrstück über seine Enden mittels Axialdruckmittel axial oder achsparallel gestaucht wird, und innerhalb der Formmatrize das Ausgangsrohrstück an seiner Innenwandung mit einem oder mehreren Innendruckmitteln nach außen gedrückt und radial aufgeweitet wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Umform-Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens mit der Formmatrize, an oder in deren Eingang ein Axialdruckstößel zur Erzeugung eines Stauchdrucks auf das in der Formmatrize eingeschobene Ausgangsrohrstück axial hin- und hertreibbar angeordnet ist. Ferner ist die Vorrichtung mit einer Innendruckeinrichtung versehen, um einen radialen Aufweit-Druck auf die Innenwandung des in die Formmatrize eingeschobenen Ausgangsrohrstücks zu erzeugen.

[0002] Ein Verfahren etwa der eingangs genannten Art ist zur Herstellung eines T-förmigen Rohr-Abzweigstücks bekannt (Offenlegungsschrift DE 33 42 091 A1). Ein Ausgangsrohrstück wird mit einem Wirkmedium für Fließpressen angefüllt. Das Medium besitzt die Form eines plastischen Pfropfens oder Blocks, der bei Umgebungstemperatur fest ist, aber unter Wirkung eines Drucks Viskose-Fließbewegungen ausführen kann. Es werden zwei Druckstempel gegeneinander und gegen die beiden Enden des Ausgangsrohrstücks sowie gegen das genannte Wirkmedium bewegt. Der auf die Endbereiche des Ausgangsrohrstücks durch Ringschultern der Druckstempel ausgeübte Druck staucht das Rohrmaterial in Längsrichtung und bewirkt einen Materialüberschuß, welcher im mittleren Bereich des Ausgangsrohrstücks eine Verdickung der Wandung hervorruft. Ein Teil des Rohrmaterials wird innerhalb einer Formmatrize mit seitlicher Quer-Ausnehmung darin hineingepreßt.

[0003] Ferner ist eine gattungsgemäße Herstellung von Hohlprofilen mit endseitigen Querschnittserweiterungen bekannt (Offenlegungsschrift DE 196 48 091 A1). Ein hohler Rohling wird durch Innenhochdruckumformen mittels einer diesen aufnehmenden Umformmatrize aufgeweitet und nach einer Kalibrierung im Bereich der Aufweitung unter Bildung zweier Hohlprofile mit in Trennlage einander zugekehrten querschnittserweiterten Enden durchtrennt. Zur Erzielung einer geringen Ausschußquote und einer hohen Prozeßsicherheit wird vorgeschlagen, den Rohling bei noch geöffneter Umformmatrize aufzuweiten und gleichzeitig durch eine von außen auf zumindest eines der beiden Rohlingsenden axial gerichtete Druckkraft zu einem bauchigen Hohlprofil zu stauchen. Damit dann später die Querschnittserweiterungen am Rohrende vorliegen, ist allerdings nach dem bekannten Verfahren der umgeformte, bauchige Rohling zur mittigen Durchtrennung einer Laser-Trennvorrichtung zuzuführen.

[0004] Es ergibt sich die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe, mit einer vereinfachten Herstellungsanlage verminderter Anzahl an Funktionskomponenten Rohre mit endseitigen Querschnittserweiterungen produzieren zu können, wobei die Querschnittserweiterungen auch endseitige, verdickte Wandungen umfassen.

[0005] Zur Lösung wird bei einem Verfahren mit den eingangs genannten Schritten erfindungsgemäß vorgeschlagen, diese Verfahrensschritte zur Erzeugung einer erweiterten und/oder verdickten Rohrwandung direkt an einem Endabschnitt des Ausgangsrohrstücks durchzuführen, wobei die Formmatrize und das oder die Innendruckmittel direkt in dem Endabschnitt des Ausgangsrohrstücks angesetzt oder in

Wirkung gebracht werden. Es wird also zusätzlich zu einem axialen Längs-Stauchdruck ein radialer Druck auf die Rohinnenwandung im Endbereich ausgeübt, wo auch die formgebende Matrize mit ihrer Innenwandung die Gegenhalterfunktion gegenüber der radialen Wandungsaufweitung ausübt. Vor allem aufgrund der Kombination der radialen Aufweitung mit der Längs- bzw. Axialstauchung, die ohnehin von den Rohrenden ausgehend erzeugt wird, läßt sich nicht nur eine Erweiterung des Querschnitts bzw. Außendurchmessers des Rohres, sondern auch eine Aufdickung der Rohrwandung an den Enden erzielen. Ein mit dabei erzielter Vorteil besteht darin, dass bei Einsatz relativ dünnwandiger Rohre eine zylindrische Aufdickung der Rohrenden bis maximal etwa 80 mm erzielbar ist, so dass im praktischen Einsatz als Abgasrohre die Dauerfestigkeit von Aufhänge- und Spannstellen an den Rohrenden (Verbindungspunkten) gewährleistet ist. Gleichzeitig wird eine Gewichts- und Preisreduzierung, letztere aufgrund des verminderten und vereinfachten Herstellungsaufwands, erreicht. Besonders geeignet zur erfindungsgemäßen Verarbeitung haben sich Edelstahlrohre mit den Werkstoff-Nummern 1.4512, 1.4541, 1.4301 und 1.4828 sowie mit den Abmessungen DA 40-60 mm und WD 1,2-2,5 mm erwiesen.

[0006] Nach einer vorteilhaften Erfindungsausbildung werden die genannten Verfahrensschritte einzig im Rahmen einer Kaltverformung durchgeführt, so dass zusätzliche Aggregate und Anlagen zur Erwärmung des Rohrmaterials entfallen können.

[0007] Es liegt im Rahmen der Erfindung, die Umformung bzw. Aufdickung der Rohrenden herbeizuführen, indem diese einem dreidimensionalen Spannungszustand ausgesetzt werden. Das heißt, die Rohrenden werden von allen Seiten mit Druck festgehalten. Durch diesen dreidimensionalen Spannungszustand ist die zylindrische Wandungsaufdickung zu erwarten. Dazu kann in an sich bekannter Weise die Formmatrize (bestehend beispielsweise aus zwei Werkzeughälften) geschlossen gehalten werden. Zusätzlich wird an dem betreffenden Rohrende mit den Axialdruckmitteln ein Stauchdruck und mittels der Innendruckmittel ein radialer Innendruck gegen die Matrizeninnenwandung erzeugt, so dass das Rohrende allseitig unter Druck gesetzt wird.

[0008] Im Rahmen der Erfindung werden nach einer vorteilhaften Ausbildung Wanddickendifferenzen von ca. 0,5-0,8 mm zu erzeugen, so dass bei Einsatz in einem Abgasstrang eines Mittelklasse-Kraftfahrzeugs ca. 2,5 kg Gewichtseinsparung erwartet werden können. Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht abhängig von Rohrlängen. Jedenfalls die üblicherweise vorkommenden Längen von 300 bis 1500 mm können ohne weiteres mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bearbeitet werden.

[0009] Wird eine Wandaufdickung nach radial innen gewünscht, kann nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine an sich bekannte Einziehoperation dem erfindungsgemäßen Wandaufdicken nachgeschaltet werden.

[0010] Mit besonderem Vorteil wird als Innendruckmittel ein elastisch verformbarer Druckkörper mit zylindrischer Grundform eingesetzt, wobei sein Außenmantel in Anlage an die Innenwandung des Ausgangsrohrstücks im Bereich von dessen Endabschnitt gebracht oder gedrückt wird. Ein solcher gummielastischer Druckkörper läßt sich zwecks seiner radialen Aufweitung axial zusammendrücken bzw. stauchen. Eine besonders effektive Aufweitung des Druckkörpers nach radial außen läßt sich erzielen, wenn der Druckkörper eine Ringform aufweist. Dieser läßt sich dann vorteilhaft durch einen zumindest teilweise deckungsgleichen ringförmigen Druckstößel stauchen, der mit seiner Stirnseite auf der Stirnseite des Ring-Druckkörpers axial drückend



auffliegen kann und dessen Material radial zur Weiteitung verdrängt.

[0011] Entsprechend der oben angegebenen Aufgabe besteht eine weitere Zielsetzung der Erfindung darin, zur Durchführung des genannten Verfahrens eine Umform-Vorrichtung zu schaffen, die konstruktiv einfach und mit möglichst wenig Funktionskomponenten aufgebaut ist und eine sichere und zuverlässige Durchführung des obigen Verfahrens gewährleistet, nämlich sich leicht auf die Bearbeitung von Rohrenden zu deren Querschnittserweiterung und Wandaufdickung einsetzen läßt. Zur Lösung wird bei einer Vorrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Innendruckeinrichtung realisiert ist

- mit einem elastisch verformbaren Druckkörper, der innerhalb der Formmatrize oder des Ausgangsrohrstücks positionierbar ist,
- und mit einem Innendruckstößel, der axial auf ein gegenüberliegendes Stirnende des Druckkörpers treibbar ist.

[0012] Der elastische Druckkörper läßt sich ohne weiteres so gestalten bzw. dimensionieren, dass er innerhalb des Ausgangsrohrstücks in dessen Endbereich angeordnet werden und bei seiner Stauchung auf die Innenwandung des Ausgangsrohrstücks drückend zur Entfaltung kommen kann. Mit der Wirkungskette "Innendruckstößel – Druckkörper" ist eine Axial/Radial-Druckumsetzung realisierbar, die parallel zur axialen Rohr-Stauchung mittels des Axialdruckstößels betreibbar ist. Dadurch läßt sich einerseits das Rohrende radial aufweiten und – weitgehend unabhängig davon – ein zusätzlicher Materialfluß durch das axiale Stauchen des Rohres herbeiführen. Die Kombination des radialen und axialen Materialflusses in der Rohrwandung ergibt dann in Verbindung mit der bzw. innerhalb der Formmatrize die Rohrwand-Verdickung.

[0013] Um den Axialdruckstößel und die Innendruckeinrichtung miteinander koordiniert im Sinne des gewünschten Rohrwand-Materialflusses zur Verdickung des Rohrwand-Endes betätigen zu können, ist nach einer Erfindungsbildung der Einsatz einer Steuerung vorgesehen, welche eine zeitversetzte Betätigung des Axialdruckstößels gegenüber der Innendruckeinrichtung bzw. deren Innendruckstößels derart herbeiführt, dass zuerst der Innendruckstößel und dann der Axialdruckstößel zur Druckausübung aktiviert werden. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Axialdruckmittel mit einem Druck und/oder einer Kraft betrieben werden, die betragsmäßig höher ist als der Druck oder die Kraft, die von dem Innendruckmittel in radialer Richtung auf die Rohrwandung ausgehen. Damit wird ein Rückmaterialfluß innerhalb der Rohrwandung nach radial innen – und damit verbunden – ein Rückversatz des Druckkörpers radial bewirkt. Dadurch ergibt sich eine Rück-Verlängerung des Druckkörpers in axialer Richtung, was in weiterer Konsequenz zu einem Zurücktreten des axial auf das Stirnende des Druckkörpers wirkenden Innendruckstößels führt.

[0014] Eine besonders kompakte und platzsparende Bauform für das erfindungsgemäße Umformwerkzeug ergibt sich, wenn der Axialdruckstößel mit einer hohlzylindrischen Grundform zur deckungsgleichen Anlage am Stirnende des Ausgangsrohrstücks gestaltet ist, und zumindest der Innendruckstößel von der Innendruckeinrichtung im resultierenden Hohlraum innerhalb des Axialdruckstößels konzentrisch bzw. koaxial aufgenommen und darin linear hin- und hertreibbar ist. Beide Stößel können dann unter Einsparung von Funktionskomponenten von einem gemeinsamen Antriebszylindergehäuse aus zur Ausübung des Stauchhubs in

Bewegung gesetzt werden.

[0015] Für das erfindungsgemäße Umformwerkzeug ist ferner noch die Anordnung eines Innendorns zweckmäßig, auf den das Ausgangsrohrstück aufgesteckt und dabei bereits im Vorhinein etwas aufgeweitet werden kann. In Verbindung mit der Formmatrize bildet der Innendorn einen Nistebelt, in welchem das Ausgangsrohrstück mit seiner Wandung formschlüssig aufnehmbar ist. Nicht nur eine Halterung des Ausgangsrohrstücks läßt sich mit dem Innendorn herbeiführen, dieser kann auch beim Erzeugen des Stauchdrucks als Gegenhalt bzw. -Anlage vor allem für den Druckkörper und den darauf drückenden Innendruckstößel dienen.

[0016] Damit beim axialen Stauchen des Ausgangsrohrstücks dem genannten Axialdruckstößel ein Gegenhalt entgegengesetzt wird, ist entweder der Einsatz einer an sich bekannten Halteplatte an dem dem Axialdruckstößel abgewandten Rohrende oder auch eine das Ausgangsrohrstück erfassende Ausstoßeinrichtung zweckmäßig. Diese kann gleichzeitig die weitere Funktion ausfüllen, das Ausgangsrohrstück axial auf dem Innendorn aufzuschieben oder von diesem nach Fertigstellung der Rohrenden-Verdickung ab-zuziehen.

[0017] Weitere Einzelheiten, Merkmale, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung und aus den Zeichnungen. Diese zeigen in:

[0018] Fig. 1 im axial vorgenommenen Längsschnitt eine Hälfte des rotationssymmetrischen, erfindungsgemäßen Umformwerkzeugs,

[0019] Fig. 2A–2D querschnittliche Darstellungen jeweils gemäß Schnittlinien A-A, B-B, C-C und D-D in Fig. 1,

[0020] Fig. 3A–3G jeweils im axialen Halb-Längsschnitt erfindungsgemäße Verfahrensschritte mit – dem Ausgangsrohrstück und dem Umformwerkzeug.

[0021] Gemäß Fig. 1 besteht die erfindungsgemäße Rohrbearbeitungsanordnung aus einem Ausgangsrohrstück 1, das von der Spannbacke 2a einer Aufstoßvorrichtung 2 erfaßt ist. Gemäß Fig. 2A ist die Aufstoßvorrichtung hälftig mit einer ersten Spannbacke 2a und einer zweiten Spannbacke 2b ausgeführt, wozwischen das Ausgangsrohrstück 1 erfaßbar und einspannbar ist. Dazu lassen sich den Spannbacken 2a, 2b radiale Auf- und Zubewegungen 2c erteilen. Zudem ist die Aufstoßvorrichtung 2 in achsparalleler Richtung 2d verschiebbar.

[0022] Ferner ist gemäß Fig. 1 in Verbindung mit Fig. 2B im axialen Abstand von der Aufstoßvorrichtung 2 eine Formmatrize 3 mit zwei Formbacken 3a, 3b angeordnet. Letzteren kann – analog zu den Spannbacken 2a, 2b – Auf- und Zubewegungen in radialer Richtung erteilt werden. Gemäß Fig. 2B ist von dem Ausgangsrohrstück 1 umringt ein Innendorn 4, welcher an das Ende einer axialen Führungsstange 5 befestigt ist. Mittels letzterer läßt sich der Innendorn 4 axial hin- und herbewegen oder auch axial festlegen bzw. halten. Damit verbunden läßt sich auch das Ausgangsrohrstück 1, wenn es mittels der Aufstoßvorrichtung 2 auf den Innendorn 4 aufgeschoben ist, ebenfalls axial festlegen, wobei es einem Stößel zur Erzeugung von Stauchdruck ausgesetzt werden kann (siehe unten). Die Innenbacken 3a, 3b sind gemäß Fig. 1 in einem Längsabschnitt, welcher dem Innendorn 4 nicht gegenüber liegt, an ihrer Innenwandung mit einer vertieften Gravur 3c gestaltet, welche der Ausbildung der Wandverdickung am Endabschnitt 1a des Ausgangsrohrstücks 1 dient.

[0023] Der verdickte Endabschnitt 1a ist in der Querschnittsdarstellung der Fig. 2c sichtbar. Er umgibt gemäß Fig. 1 einen elastisch verformbaren Elastomerring 6, welcher seinerseits die Führungsstange 5 umfaßt. Also bilden

die Führungsstange 5, der Elastomerring 6 oder ein sonstiger, elastisch verformbarer, ringartiger Druckkörper und der Endabschnitt 1a des Ausgangsrohrstücks 1 eine zueinander konzentrische und koaxiale Anordnung.

[0024] Gemäß Längsschnitt in Fig. 1 entsteht eine freie Ringschulter 4a an der der Führungsstange 5 benachbarten Stirnseite des Innendorns 4 aufgrund des kleineren Außendurchmessers der Führungsstange 5. Sie weist von der freien Endkante der Innengravur 3c bzw. der Formmatrize 3 einen Abstand auf, welcher etwa der axialen Länge des Elastomerrings 6 entspricht und größer ist als der verdickte bzw. aufzudickende Rohrabschnitt 1a. Die Ringschulter 4a dient als Gegenhalt für den Elastomerring 6 an seinem gegenüberliegenden Stirnende, wenn am entgegengesetzten, leicht aus der Öffnung der Formmatrize 3 bzw. deren Innengravur 3c herausragenden Stirnende ein Innendruckstößel 7a eines Innendruckzylinders 7 angreift. Der Innendruckstößel 7a ist zweckmäßig mit einer kreiszylindrischen Grundform mit einem Innendurchmesser gestaltet, welcher ein deckungsgleiches Anliegen der Stößel-Stirnseite an der gegenüberliegenden, aus der Formmatrize 3 ragenden Stirnseite des Elastomerrings 6 ermöglicht. Ferner ist ein kreiszylindrischer, zum Innendruckstößel 7a koaxialer Axialdruckstößel 8a eines Axialdruckzylinders 8 stirnseitig in Anlage an die gegenüberliegende, sich innerhalb der Innengravur 3c befindende Stirnseite des Ausgangsrohrstücks 1 bzw. von dessen Endabschnitt 1a bringbar. Der Außendurchmesser des Axialdruckstößels 8a deckt sich etwa mit dem Außendurchmesser des verdickten Rohr-Endabschnitts 1a, während der Innendurchmesser des Axialdruckstößels 8a den des Rohr-Endabschnitts 1a bzw. Ausgangsrohrstücks 1 nach radial innen überragt. Infolgedessen wird, wenn der Elastomerring 6 gemäß Fig. 1 unter Stauchdruck zwischen dem Innendruckstößel 7a und der Ringschulter 4a des Innendorns 4 steht, Elastomermaterial in den axialen Längsabschnitt zwischen der Ringschulter 4a und dem Teil der Stirnseite des Axialdruckstößels 8a gepreßt, welcher vom Stirnende des Ausgangsrohrstücks 1 nicht abgedeckt ist. In der in Fig. 1 gezeigten Stellung, in der sowohl der Elastomerring 6 als auch das Ausgangsrohrstück 1 unter Stauchdruck stehen, umgibt der Axialdruckstößel 8a Teile sowohl des Elastomerrings 6 als auch des axial nachfolgenden Innendruckstößels 7a konzentrisch. Der Innendruckzylinder 7 und der Axialdruckzylinder 8 jeweils am hinteren Ende der beiden Stößel sind voneinander durch eine Mittelkonsole 9 getrennt, welche die jeweiligen Ummantelungen 11, 12 der beiden Zylinder 7, 8 durchsetzt und dabei separate Zylinderkammern für Innendruck und Axialdruck bildet. Beide Zylinderkammern sind an der jeweiligen Stirnseite durch Ringdeckel 10, 13 abgeschlossen.

[0025] Nachfolgend wird die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Umformwerkzeugs anhand der in Fig. 3A-3G veranschaulichten Verfahrensschritte weiter verdeutlicht:

Allgemein läßt sich das erfindungsgemäße Umformwerkzeug mit dem Elastomer-Druckring 6 auf einer normalen hydraulischen Presse mit einer Druckkraft zwischen 2000-4000 kN betreiben. Die Presse übernimmt die Zuhaltkraft der Formbacken 3a, 3b der Formmatrize 3.

[0026] In Fig. 3A ist die Aufstoßrichtung 2 mit Formbacken 2a, 2b im noch geöffneten Zustand gezeigt. Dasselbe gilt für die Formmatrize 3. Gemäß Fig. 3B haben die Spannbacken 2a, 2b der Aufstoßrichtung 2 das Ausgangsrohrstück 1 erfaßt und auf den Innendorn 4 geschoben. Aufgrund von dessen größeren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des Ausgangsrohrstücks 1 wird letzteres beim Aufschieben leicht aufgeweitet. Gemäß Fig. 3C schließt der Pressenhub die Formbacken 3a, 3b der Formmatrize 3 kraft- und

formschlüssig an das Ausgangsrohrstück und insbesondere dessen Endabschnitt 1a sowie um den Innendorn 4. Zweckmäßig ist der Axialdruckstößel 8a direkt an die Stirnseite des umzuformenden Rohres 1 angefahren und gehalten, damit kein Zwischenraum zwischen beiden besteht. Es sollen Voraussetzungen eines dreidimensionalen Spannungszustands gegeben sein. Andernfalls würde Elastomer in den verbleibenden Ringspalt zwischen Rohrende und Axialdruckstößel 8a hinein geraten, was das Fertigungsverfahren stören würde.

[0027] Gemäß Fig. 3D übt nur der Innendruckstößel 7a aktiv einen axialen Druck auf die Stirnseite des Elastomerrings 6 aus und staucht diesen dabei. Es kommt zu einer radialen Aufweitung des Elastomerrings gegen die Innenwandung des Endabschnitts 1a des Ausgangsrohrstücks 1. Der Endabschnitt 1a wird dabei radial versetzt und in Anlage an die Innengravur 3c der Formbacken 3a, 3b gebracht. Wie in Fig. 3D ersichtlich, ist der Rohr-Endabschnitt 1a zwischen der Innengravur 3c und dem per Stauchdruck radial nach außen verschobenen Außenmantel des Elastomerrings 6 eingeklemmt. Der für den Innendruckstößel 7a erzeugte Druck wird nun in einem Druckspeicher gespeichert, so dass er ca. das 1,25-fache bis 1,5-fache des Rohr-Aufweitdruckes beträgt. Der Axialdruckstößel 8a ist axial festgelegt und in ständiger Anlage an das Stirnende des Rohrendabschnitts 1a gehalten. Es muß dafür gesorgt sein, dass während der Druckbetätigung des Innendruckstößels 7a der Axialdruckstößel 8a ständig an der Stirnseite des umzuformenden Rohres bleibt, damit zwischen beiden kein Ringspalt entsteht, worin der Elastomerring sonst eindringen würde. Also sollte bei etwaiger Rohrverkürzung der Stößel 8a sogar axial nachgefahren werden.

[0028] Gemäß Fig. 3E wird nun der Axialdruckstößel 8a aktiv mit "vollem Druck" gegen das Stirnende des Endabschnitts 1a des Ausgangsrohrstücks 1 sowie die durch die Verformung des Elastomerrings 6 entstandene Druckkörper-Ringschulter 6a gefahren. Es besteht nun zwischen dem Innendruckstößel 7a und dem Axialdruckstößel 8a eine Druckdifferenz in achsparalleler Richtung. Sie ist beeinflusst von den Flächen, auf die die jeweiligen Stößel 7a, 8a drücken. Zur plastischen Verformung des Rohr-Endabschnitts 1a ist der Druck des Axialdruckstößels 8a größer eingestellt als der des Innendruckstößels 7a. In weiterer Konsequenz entsteht ein radialer Materialfluß im Rohr-Endabschnitt 1a nach innen gegen den vom Elastomerring 6 erzeugten radialen Druck. Der Elastomerring 6 wird dabei wieder nach radial innen zurück gedrängt. Dessen Stauchdruckzustand wird aber erhalten. Durch den sich ergebenden, dreidimensionalen Spannungszustand kommt es zur zylindrischen Wandaufdickung im Rohr-Endabschnitt 1a. Aufgrund der größeren Druckkraft des Axialdruckstößels 8a wird die Druckkörper-Ringschulter 6a radial zurückgedrängt. Damit einhergehend weicht der Innendruckstößel 7a axial zurück.

[0029] Gemäß Fig. 3F und 3G werden die Stößel 7a, 8a von ihrem jeweiligen Druck entlastet, und die Presse fährt unter Öffnung der Formbacken 3a, 3b der Formmatrize 3 auf. Sodann wird mittels der Aufstoßvorrichtung 2 das Rohr vom Innendorn 4 abgezogen. Danach werden dann auch die beiden Spannbacken 2a, 2b der Aufstoßvorrichtung 2 radial auseinandergezogen, damit das umgeformte Rohrstück 1 entnommen werden kann.

[0030] Dieses erfindungsgemäße Verfahren ist beeinflusst durch die Spannung bzw. den Reibwert auf dem Innendorn 4. Eine Rolle spielt ferner die innere Reibung des Rohrmaterials bzw. -Werkstoff, welche einen Umformwiderstand ergibt. Auch im Elastomerring 6 besteht innere Reibung, woraus ein Druckabfall resultiert.



## Bezugszeichenliste

1 Ausgangsrohrstück	
1a Rohr-Endabschnitt	
2 Aufstoßvorrichtung	5
2a, 2b Spannbacke	
2c radiale Auf-Zubewegung	
2d achsparallele Richtung	
3 Formmatrize	
3a, 3b Formbacken	10
3c Innen-Gravur	
4 Innendorn	
4a Ringschulter	
5 Führungsstange	
6 Elastomerring	15
6a Druckkörper-Ringschulter	
7 Innendruckzylinder	
7a Innendruckstößel	
8 Axialdruckzylinder	
8a Axialdruckstößel	20
9 Mittelkonsole	
10 Zylinder-Ringdeckel	
11 Zylinder-Mantel	
12 Zylinder-Mantel	
13 Zylinder-Ringdeckel	25

## Patentansprüche

1. Umformverfahren für Rohre, insbesondere Abgasrohre, zur abschnittsweisen Erhöhung der Rohrwanddicke, wobei innerhalb einer Formmatrize (3) ein Ausgangsrohrstück (1) über seine Enden mittels Axialdruckmittel (8, 8a) axial oder achsparallel gestaucht wird, und innerhalb der Formmatrize (3) das Ausgangsrohrstück (1) an seiner Innenwandung mit einem oder mehreren Innendruckmitteln (6, 7, 7a) nach außen gedrückt und radial aufgeweitet wird, **gekennzeichnet durch** die Verwendung dieser Verfahrensschritte zur Erzeugung einer erweiterten und/oder verdickten Rohrwandung direkt an einem Endabschnitt (1c) des Ausgangsrohrstücks (1), indem die Formmatrize (3) und das oder die Innendruckmittel (6, 7, 7a) in dem Endabschnitt (1c) des Ausgangsrohrstücks ange-setzt oder in Wirkung gebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zu verdickende Rohr-Endabschnitt (1c) mittels der Formmatrize (3), des oder der Innendruckmittel (6, 7, 7a) und wenigstens eines axial oder achsparallel auf das Stirnende des Ausgangsrohrstücks drückenden oder anliegenden Axialdruckmittels (8, 8a), insbesondere ringförmigen Druckstößels (8a), in einen dreidimensionalen Spannungszustand versetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Dorns (4), auf welchem das Ausgangsrohrstück (1) aufgeschoben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser des Dorns (4) größer als der Innendurchmesser des Ausgangsrohrstücks (1) gewählt wird, so daß beim Aufschieben das Ausgangsrohrstück (1) vom Dorn (4) aufgeweitet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Dorn (4) vom Stirnende des Ausgangsrohrstücks (1) in einem Abstand positioniert wird, welcher mindestens der achsparallelen Länge des zu verdickenden Endabschnitts (1c) entspricht oder größer als diese ist.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-

che, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst mittels des oder der Innendruckmittel der Endabschnitt (1c) der Rohrwandung außenseitig in Anlage an eine Innengravur (3c) der Formmatrize (3) gebracht wird, und dann mittels eines oder mehrerer, axial oder achsparallel auf das Stirnende des Ausgangsrohrstücks (1) wirkender Axialdruckmittel (8, 8a) das Ausgangsrohrstück (1) derart gestaucht wird, dass ein radialer Materialfluß im Endabschnitt (1c) des Ausgangsrohrstücks (1) nach innen gegen den radialen Druck der Innendruckmittel (6, 7, 7a) stattfindet.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Formmatrize (3) mit einer radial nach außen vertieften Innengravur (3c), deren Tiefe gegenüber der sonstigen Matrizen-Innenwandung 0,3 mm bis 1,00 mm, insbesondere 0,5 bis 0,8 mm beträgt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung von Ausgangsrohrstücken (1) mit einer Länge zwischen 100 bis 2000 mm, vorzugsweise 300 bis 1500 mm.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Innendruckmittel (6, 7, 7a) ein elastisch verformbarer Druckkörper (6) mit zylindrischer Grundform, insbesondere Elastomerring, verwendet wird, der mit seinem Außenmantel in Anlage an die Innenwandung des Ausgangsrohrstücks (1) im Bereich von dessen Endabschnitt (1c) gebracht oder gedrückt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anlage des Elastomerrings oder Druckkörpers (6) an die Innenwandung oder zu seiner entsprechenden radialen Aufweitung axialer oder achsparalleler Stauchdruck auf seine Stirnenden ausgeübt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Stauchdruck mittels eines Stößels (7a), insbesondere Ringstößels, erzeugt wird, dessen Stirnende deckungsgleich zu dem des Elastomerrings oder Druckkörpers (6) positioniert und daran ange-drückt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11 und einem der Ansprüche 3–5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung des Stauchdrucks der Dorn (4) mit seiner Stirnseite als Anlagefläche für den Elastomerring oder Druckkörper (6) verwendet wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst die Innendruckmittel (6, 7, 7a) zur Erzeugung des radialen Innendrucks auf die Innenwandung des Ausgangsrohrstücks (1) und dann zeitlich nachversetzt die Axialdruckmittel (8, 8a) zur Erzeugung des axialen oder achsparallel Stauchdrucks auf das oder die Stirnenden des Ausgangsrohrstücks (1) betätigt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Axialdruckmittel (8, 8a) mit einem Druck und/oder einer Kraft betrieben werden, die betragsmäßig höher liegen als der Druck oder die Kraft der Innendruckmittel (6, 7, 7a), so dass ein Rückversetzen, Zurücktreten oder Zurückdrängen der Innendruckmittel (6, 7, 7a) aufgrund der Axialdruckmittel (8, 8a) und eines von diesen ausgelösten, nach radial innen gerichteten Materialflusses erfolgt, der im zu verdickenden Endabschnitt (1c) des Ausgangsrohrstücks (1) stattfindet.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der radiale Innendruck aus den Innendruckmitteln (6, 7, 7a) in einem Druckspeicher so

bemessen und gespeichert wird, dass dieser Innendruck anhält und das 1,2fache bis 1,6fache des Aufweitdruckes des Ausgangsrohrstücks (1) während der Betätigung des oder der Axialdruckmittel (8, 8a) beträgt.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensschritte auf der Basis einer Kaltverformung des zu verdickenden Endabschnitts (1c) des Ausgangsrohrstücks (1) durchgeführt werden.

17. Umform-Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit der Formmatrize (3), an oder in deren Eingang ein Axialdruckstößel (8a) zur Erzeugung eines Stauchdrucks auf das in die Formmatrize (3) eingeschobene Ausgangsrohrstück (1) axial hin- und hertreibbar angeordnet ist, und mit einer Innendruckeinrichtung (6, 7, 7a) zur Erzeugung des radialen Aufweit-Drucks auf die Innenwandung des in die Formmatrize (3) eingeschobenen Ausgangsrohrstücks (1), dadurch gekennzeichnet, dass die Innendruckeinrichtung (6, 7, 7a) realisiert ist mit einem elastisch verformbaren Druckkörper (6), der innerhalb der Formmatrize (3) oder des Ausgangsrohrstücks (1) positionierbar ist, und mit einem Innendruckstößel (7a), der axial auf ein gegenüberliegendes Stirnende des Druckkörpers (6) treibbar ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, mit einer Steuerung zur koordinierten Betätigung von Axialdruckstößel (8a) und Innendruckeinrichtung (6, 7, 7a), dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung zur zeitversetzten Betätigung des Axialdruckstößels (8a) gegenüber der Innendruckeinrichtung (6, 7, 7a) beziehungsweise des Innendruckstößels (7a) derart eingerichtet ist, dass zuerst der Innendruckstößel (7a) und dann der Axialdruckstößel (8a) angesteuert werden.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckkörper (6) und der Innendruckstößel (7a) jeweils mit ringförmiger oder hohlzylindrischer Grundform derart gestaltet sind, dass ihre Stirnenden zumindest teilweise kongruent gegenüberliegen können.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Axialdruckstößel (8a) mit ringförmiger oder hohlzylindrischer Grundform gestaltet ist und den Druckkörper (6) und/oder den Innendruckstößel (7a) coaxial oder konzentrisch umgibt.

21. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Axialdruckstößel (8a) und der Innendruckstößel (7a) von in einem gemeinsamen Zylindergehäuse (10, 11, 12, 13) zusammengefaßten Linearantrieben (7, 8) betätigt werden.

22. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen zum Einschieben in das Ausgangsrohrstück (1) ausgebildeten Innendorn (4), der zu seinem axialen Halt und/oder Antrieb an einer axialen Dornstange (5) geringeren Durchmessers unter Bildung einer stirnseitigen Ringschulter (4a) befestigt ist, welche zur Anlage eines achsparallel gegenüberliegenden Stirnendes des Druckkörpers (6) angeordnet und ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch eine das Ausgangsrohrstück (1) erfassende Aufstoßeinrichtung (2), die axial oder achsparallel zum Aufschieben des Ausgangsrohrstücks (1) auf den Innendorn (4) und/oder Abziehen des fertig mit der Verdickung (1a) geformten Rohrstücks von dem Innendorn (4) hin- und herbewegbar und/oder zur axialen

Festlegung des Ausgangsrohrstücks (1) arretierbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

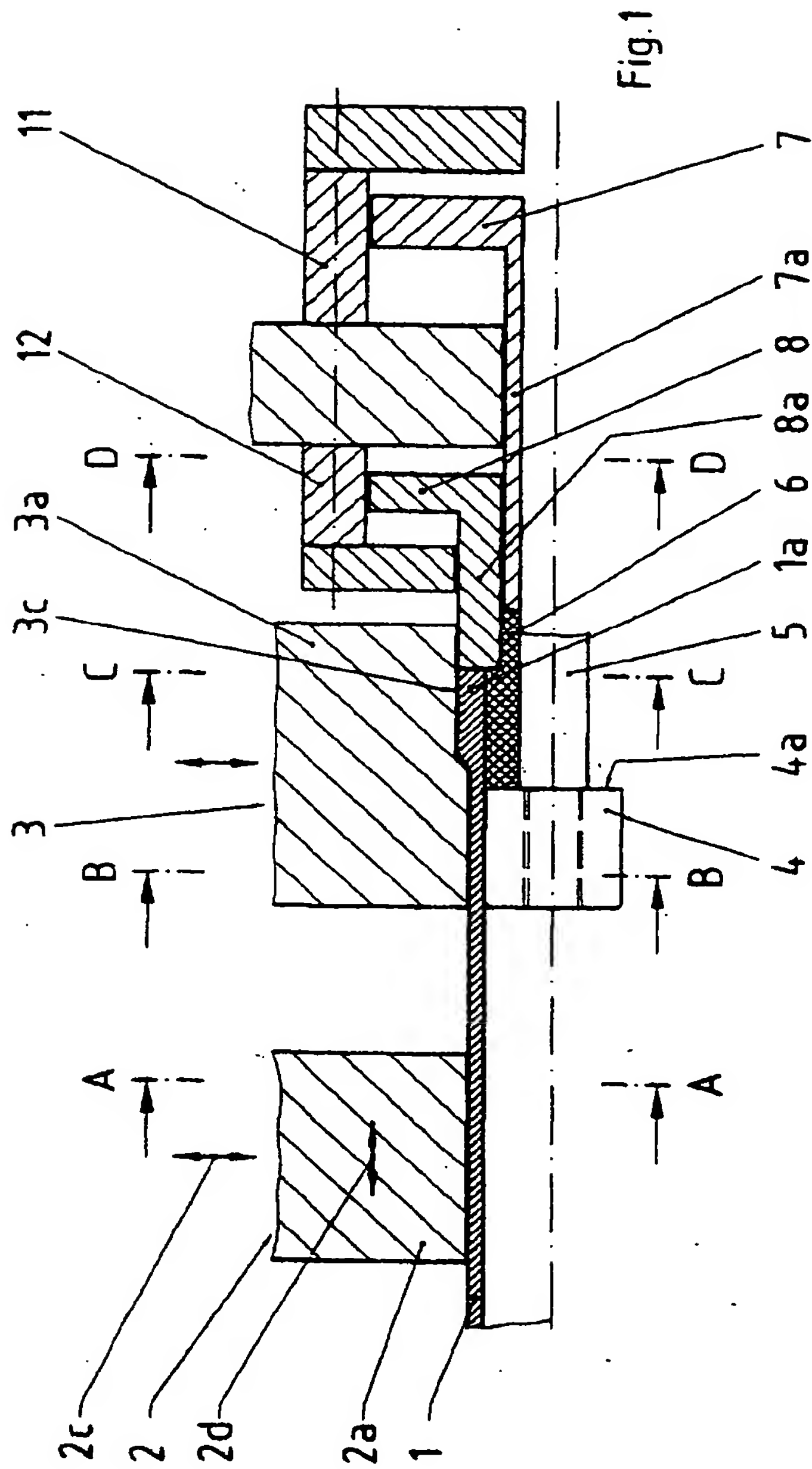


Fig. 1

Fig. 2A

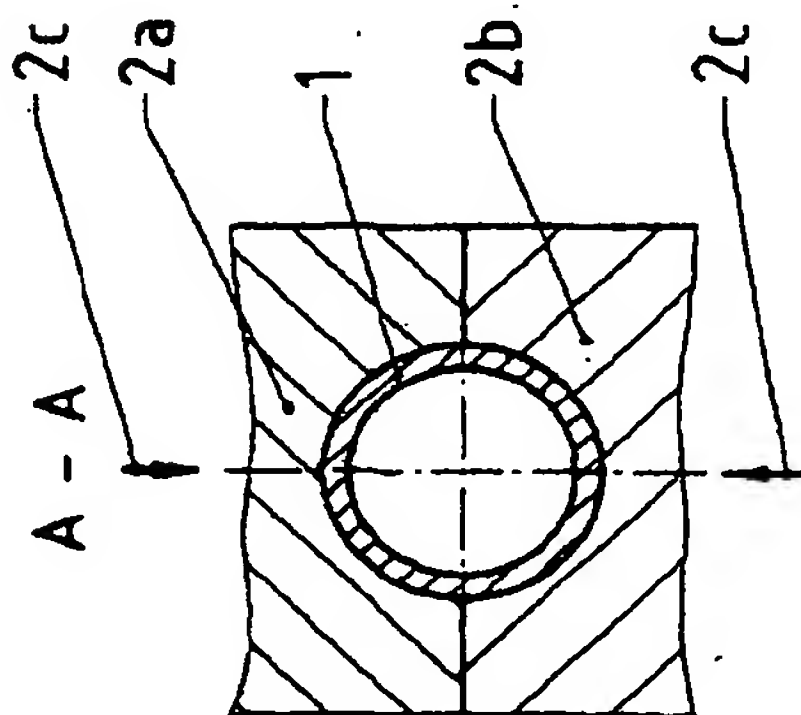


Fig. 2B

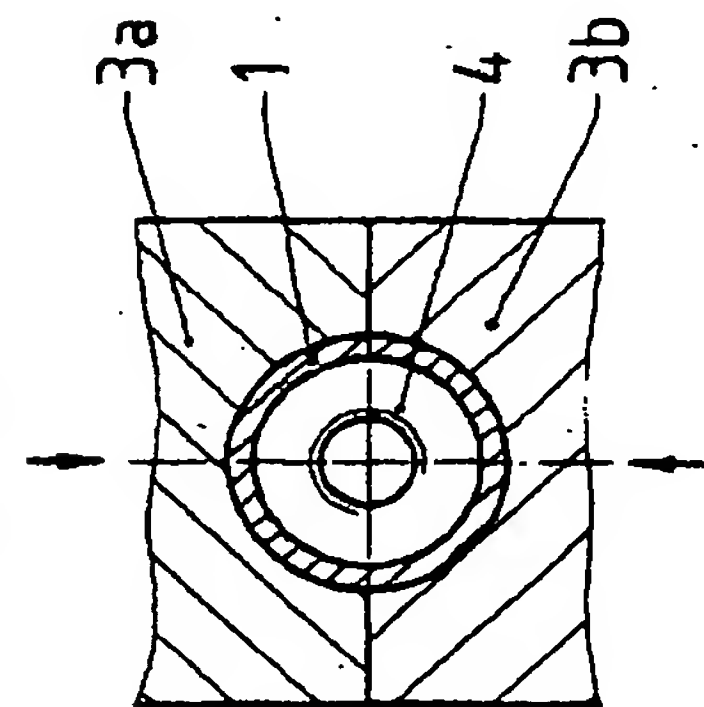


Fig. 2C

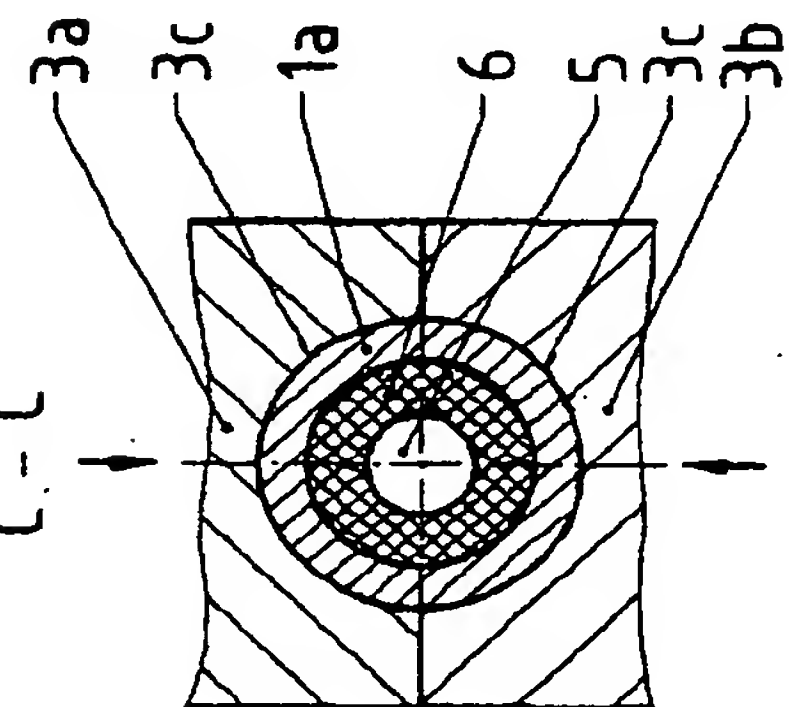


Fig. 2D

